

En un lugar del espacio privilegiado para no perder de vista el Sol ni un instante lleva 10 años funcionando en órbita el observatorio solar 'Soho'. Tan eficaz resulta este telescopio para conocer la única estrella cercana y predecir sus erupciones, que los científicos ya están planeando futuros observatorios espaciales para proseguir el estudio.

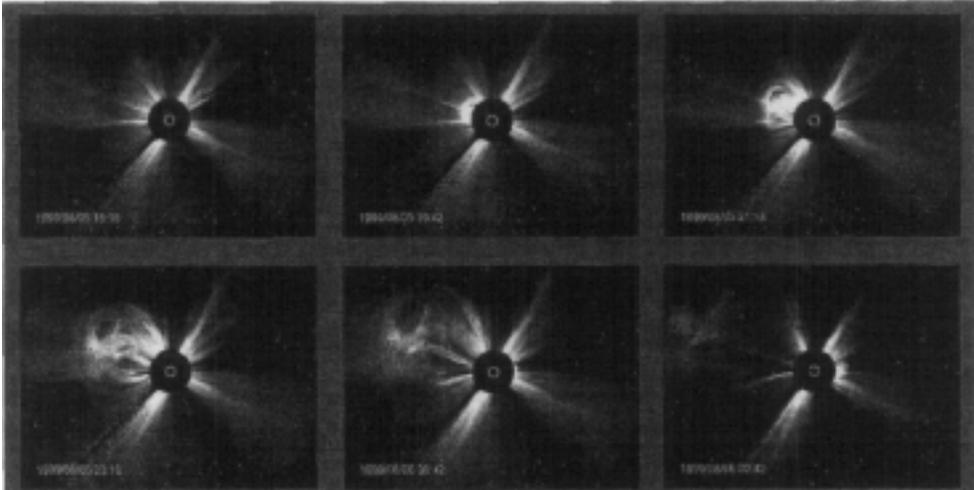
Una década de constante observación del Sol

Nuevos proyectos seguirán la labor del telescopio espacial 'Soho', que cumple 10 años

H VICENTE DOMINGO
ace poco más de 10 años, el 2 de diciembre de 1995, fue lanzado el observatorio espacial *Soho* (Solar and Heliospheric Observatory) desde Cabo Cañaveral, en Florida, y tres meses después llegaba a su punto de observación entre la Tierra y el Sol, a un millón y medio de kilómetros de la Tierra. Desde entonces los instrumentos a bordo de *Soho* han estado permanentemente, 24 horas al día, obteniendo imágenes y medidas de diversos parámetros del Sol y del espacio interplanetario, y transmitiéndolos a la Tierra. Solo hubo una interrupción cuando, en junio de 1998, se perdió el control del observatorio y fue recuperado tres meses después gracias al esfuerzo y la pericia de un equipo conjunto de ingenieros de la Agencia Europea del Espacio (ESA) y de la NASA.

Diseñado inicialmente para funcionar durante dos años, el *Soho* ha demostrado tal eficiencia en la producción científica que tanto la ESA como la NASA han acordado repetidas extensiones de su operación, particularmente válida si dura más de un ciclo de actividad solar, de 11 años. El análisis de los datos proporcionados por *Soho* ha tenido y sigue teniendo una gran importancia en el desarrollo de nuestro conocimiento del Sol y el impacto de la actividad solar en su entorno, en el cual estamos inmersos.

Soho fue construido en Europa para la ESA. Aloja instrumentos producidos por 12 consorcios de institutos de investigación y universidades europeos y norteamericanos, entre los que se encuentran el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) y el Departamento de



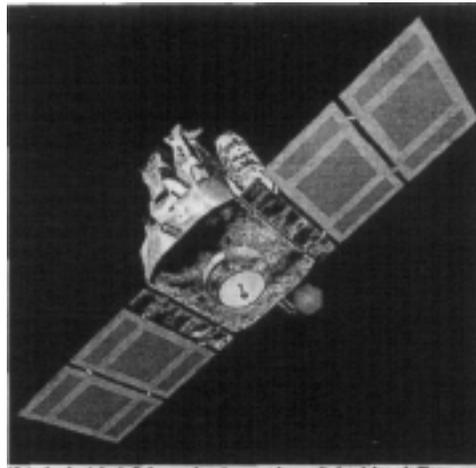
Progreso de una eyección de masa coronal durante ocho horas en 1999 observada por el coronógrafo LASCO de *Soho*. El disco oscuro tapa el Sol, representado por el círculo blanco, permitiendo observar las estructuras de la corona solar a su vez. / IAC

origen del viento solar. Desde un punto de vista práctico es interesante la operación del coronógrafo, que permite predecir cuando una eyección de masa coronal del Sol se dirige hacia la Tierra y dar la alarma, con una antelación de hasta tres días, a los operadores de satélites que pueden ser dañados por sus efectos, o a los aviones civiles o militares que vuelan en las regiones polares y pueden recibir altas dosis de radiación nuclear.

El interés de esta información es tal que el próximo año la NASA pondrá en órbita alrededor del Sol dos sondas (*Steres*) que se alejarán de la Tierra en su misma órbita, una delante de la Tierra y otra detrás, con coronógrafos similares al que lleva *Soho*. Estos permitirán ver desde distintos ángulos la propagación en el espacio interplanetario de las eyecciones de masa coronal y recrear su estructura tridimensional, prediciendo más exactamente su incidencia en el entorno terrestre.

El análisis de las imágenes y observaciones de efecto Doppler desde *Soho* ha sido determinante para los mayores progresos en el conocimiento de la estructura y dinámica del interior del Sol: los estudios sismológicos obtenidos a partir de datos de *Soho* han demostrado que el interior del Sol, entre el núcleo a 0,2 radios solares y la zona de convección, a 0,73 radios solares, gira a velocidad uniforme, como si fuera una esfera sólida. En la zona de convección se han encontrado corrientes en forma de bandas longitudinales y azimutales. La sismología de la zona de convección del Sol a lo largo del último ciclo solar ha permitido interpretar la evolución del ciclo de actividad solar, aun cuando seguimos sin conocer la estructura del campo magnético en la zona de convección.

El radiómetro que lleva el *Soho* —que mide la llamada irradiancia total solar (TSI), o constante solar— ha permitido determinar, com-



Vista desde arriba de *Soho*, con la sonda que transmite los datos a la Tierra. / IAC

parando sus datos con los de los otros instrumentos que han medido la TSI desde 1978, que la irradiancia solar en los últimos 26 años se ha mantenido constante, si se hace abstracción de la variación con período de 11 años asociada con la actividad solar. Se puede decir que en los últimos 26 años, si ha habido aumento de la temperatura de la Tierra no se debe a un aumento de la energía que nos llega del Sol.

Varios observatorios espaciales han surgido para continuar y profundizar en los estudios realizados por el *Soho*. El estudio del clima terrestre requiere que la medida de la constante solar, o irradiancia total, se continúe indefinidamente. Por ello, es interesante un satélite francés, el *Picard*, que a partir de 2009 estudiará las variaciones del radio del Sol y su relación con la irradiancia solar. Su medida de la irradiancia solar total será importante para entender, más allá de la

Soho ha producido una gran cantidad de información sobre la evolución y propiedades de los fenómenos activos de la atmósfera solar, como las eyecciones de masa coronal (CEM) y las fulguraciones, y la teoría ha avanzado notablemente, pero todavía hay mucho sin entender. No sabemos, por ejemplo, como se aceleran las CEM.

Para estudiar la evolución de los fenómenos atmosféricos solares será útil el *Solar Orbiter*, un pequeño observatorio, que planea lanzar la ESA entre 2013 y 2015. Se acercará al Sol a una distancia de 0,2 unidades astronómicas y en sus perihelios tendrá periodos de

Si ha aumentado la temperatura de la Tierra no se debe a la energía que llega del Sol

co-rotación de entre 10 y 15 días con el Sol, en los cuales será posible observar el desarrollo completo de tormentas solares en la atmósfera solar y obtener muestras de la eyección con detectores de partículas. Además, usando gravedad asistida por Venus, la sonda saldrá del plano de la eclíptica de forma progresiva hasta alcanzar inclinaciones de 40 grados.

Desde esta posición, el *Solar Orbiter* proporcionará la primera visión global de los polos solares, el lugar donde empiezan y mueren los diferentes ciclos de actividad magnética. Un grupo de institutos españoles, liderado por el IAC, está planeando construir, en colaboración con otros centros europeos, un magnetógrafo para volarlo en el *Solar Orbiter*.

Vicente Domingo, de la Universidad de Valencia, fue director científico de *Soho*, en la ESA, desde el inicio de su desarrollo hasta 1998.